

Die Feldmesskampagne COPS

Andreas Behrendt, Volker Wulfmeyer,
Christoph Kottmeier, Ulrich Corsmeier,
George Craig, Martin Hagen, Christian Barthlott

Welche Prozesse sind verantwortlich für die Schwächen der quantitativen Niederschlagsvorhersage (QNV) in Mittelgebirgen? Um diese Frage zu untersuchen, wurde eine der bisher größten meteorologischen Feldmesskampagnen zwischen dem 1. Juni und 31. August in Südwestdeutschland und Ostfrankreich durchgeführt: Die Convective and Orographically induced Precipitation Study (COPS, www.uni-hohenheim.de/cops, www.cops2007.de). COPS konzentrierte sich auf konvektive Niederschläge, da deren Vorhersage besonders große Fehler aufweist und selbst die neueste Generation von numerischen Wettervorhersagemodellen, die eine Gitterauflösung von 1 bis 3 km haben und hochreichende Konvektion in der Regel nicht mehr parametrisieren sondern explizit auflösen, vor Probleme stellt. Deswegen lautet das übergreifende Ziel von COPS:

Verbesserung der Vorhersage orographisch-induzierter konvektiver Niederschläge durch 4-dimensionale Beobachtungen und Modellierung ihres Lebenszyklus (im Englischen Original "Advance the quality of forecasts of orographically-induced convective precipitation by 4D observations and modeling of its life cycle").

Das Anstreben dieses Ziels ist keine rein akademische Frage; das Erreichen hätte große positive Auswirkungen auf Gesellschaft und Wirtschaft und zwar natürlich nicht allein im eigentlichen COPS-Untersuchungsgebiet, sondern weltweit. So könnte z.B. die Hochwasservorhersage, wenn sie denn auf zuverlässigere QNV basiert werden könnte, weit größere Vorwarnzeiten erreichen.

COPS hat den Status eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts (Research and Development Project) des Weltwetterforschungsprogramms. Mehr als 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus insgesamt acht Ländern kamen im Rahmen von COPS im Forschungsgebiet zusammen, welches den Schwarzwald, das Rheintal und die Vogesen umfasst. Für COPS wurde diese Region gewählt, da sie sich durch hohe Schauer- und Gewitteraktivität im Sommer auszeichnet (Abb. 1), so dass QNV in dieser Region besonders unbefriedigend ist und viele Messfälle im dreimonatigen Beobachtungszeitraum zu erwarten waren. Neben den Experimentatoren, beteiligen sich weltweit mindestens weitere 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an den Modellieraktivitäten, die COPS und die mit COPS verbundenen Projekte begleiten.

Neben Netzwerken von Turbulenz- und Energiebilanzmessstationen, von Bodenfeuchtesensoren, GPS-Empfängern und mehreren hundert automatischen Wetterstationen wurden für COPS in einem Ost-West-Transect fünf sogenannte Supersites-Observatorien aufgebaut, an denen verschiedene Fernerkundungsinstrumente in Synergie kontinuierlich während der COPS-Intensivmessphasen möglichst umfassend meteorologische Daten gesammelt haben (Abb. 2). Insgesamt sieben Radiosondenstationen wurden eingesetzt und während der COPS-Intensivmessphasen noch durch bis zu fünf mobile Drop-up-Sonden-Teams erweitert. Zur Minimierung der Lücken, die im operationellen Radarnetz durch orographische Abschattung bestehen, wurde das Polarisationsradar POLDIRAD des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) von Oberpfaffenhofen in das Rheintal verlegt und so positioniert, dass es mit einem Vertikalschnitt (range height indicator scan) gleich drei der Supersites überstreicht. Ferner wurden zwei mobile Doppler-Wetterradarsysteme, die Doppler-on-Wheels (DOWs), eingesetzt (Abb. 3), die variabel dort positioniert wurden, wo die Entwicklung hochreichender Konvektion erwartet wurde.

Die Instrumente am Boden wurden in der Luft durch neun Flugzeuge und einen Zeppelin NT erweitert. Nicht zuletzt wurden auch die Satellitenbeobachtungen intensiviert: Im Rahmen so genannter Rapid Scans lieferte die European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) hochauflösende Bilder der Meteosat Second Generation (MSG) in Fünfinutenabständen, was einer Verdreifachung der sonst üblichen Abtastfrequenz entspricht.



Abb. 1: Gewitterzelle über dem Nordschwarzwald (15. Juli 2007, 14:45 UTC, Blick Richtung Südosten vom COPS-Operationszentrum am Baden-Airpark).



Abb. 2: COPS Supersite auf der Hornisgrinde mit scannenden Lidar- und Radarinstrumenten.



Abb. 3: Wetterradargeräte Doppler-on-Wheels (DOWs) und POLDI-RAD.

COPS-Hypothesen

Auf den COPS-Workshops wurden in enger Zusammenarbeit von Experten in Messinstrumentenentwicklung und Atmosphärenmodellierung folgende Hypothesen aufgestellt, die COPS untersuchen wird:

- Die Bedingungen in der oberen Troposphäre spielen eine signifikante, aber nicht die entscheidende Rolle für QNV in moderat-orographischem Terrain.
- Die genaue Modellierung der orographischen Einflüsse auf Konvektion ist essentiell für QNV und nur mit mesoskaligen Modellen möglich, die eine Auflösung von wenigen Kilometern haben.
- Ort und Zeitpunkt der Auslösung von Konvektion hängen kritisch von der Struktur des Feuchtefelds in der planetaren Grenzschicht ab.
- In der Gegenwart von kontinentalen oder maritimen Aerosolen entwickeln sich Wolken unterschiedlich über Mittelgebirgen, was zu unterschiedlicher Intensität und Verteilung von Niederschlägen führt.
- Neue Messinstrumente können so eingesetzt werden, dass sich subskalige Prozesse in komplexem Gelände untersuchen und deren Parametrisierung verbessern läßt.
- Echtzeitdatenassimilation prognostischer Schlüsselvariablen wie Feuchte und Wind ist routinemäßig möglich und führt zu einer signifikanten Verbesserung der Kurzfrist-QNV.

Internationale Zusammenarbeit

Der Kern von COPS ist die Intensive Beobachtungsphase des Schwerpunktprogramms 1167 Quantitative Niederschlagsvorhersage PQP (Praecipitationis Quantitativae Predictio, www.meteo.uni-bonn.de/projekte/SPPMeteo/) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Im Rahmen von PQP arbeiten derzeit 11 Universitäten, drei Forschungszentren und zwei Wetterdienste (DWD und MeteoSchweiz) in insgesamt 23 Projekten zusammen. Das COPS-Projektbüro wurde

am 1. April 2004 eingerichtet. Auf fünf internationalen Workshops wurde die COPS-Feldphase dann intensiv diskutiert und vorbereitet. Ein Datenprotokoll (COPS Data Policy) wurde entwickelt, das einen offenen Austausch der Messdaten ermöglicht. COPS konnte in dieser Vorbereitungszeit deutlich erweitert werden, indem Kooperationen mit einer Reihe von nationalen und internationalen Programmen initiiert wurden: mit GOP, D-PHASE, AMF, ETReC 2007, TRACKS, UK COPS, COPS France, COPS Österreich, DOW-Projekt und mehreren EUFAR-Projekten (Abb. 4). Sämtliche Daten werden in einer Datenbank archiviert, die die Gruppe Modelle und Daten am Max-Planck-Institut für Meteorologie betreut.

Den endgültigen Startschuss für COPS gab die Annahme des DFG-Antrags in der zweiten PQP-Phase, die im April 2006 begann. Die umfangreichen deutschen Beiträge zu COPS wurden möglich, weil die beteiligten Institutionen zusagten, zusätzlich zumindest einen ebenso großen Anteil der Kosten aus Eigenmitteln zu übernehmen. Der DFG-Antrag sah auch vor, dass COPS in eine General Observations Period (GOP, <http://gop.meteo.uni-koeln.de/gop/doku.php>) eingebettet wurde. Im Rahmen der GOP werden eine Vielzahl von meteorologischen Beobachtungsdaten, die kontinuierlich erhoben aber (noch) nicht routinemäßig von den Wetterdiensten verarbeitet werden, in Europa über das gesamte Jahr 2007 gesammelt und ausgewertet.

Die Initiative TRACKS (Transporte und chemische Umsetzungen in konvektiven Systemen, www.imk.uni-karlsruhe.de/417.php) der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren leistete einen erheblichen Beitrag mit zwei Flugzeugen und dem Zeppelin NT und motivierte noch zusätzlich bei den beteiligten Forschungsinstituten den Einsatz von Eigenmitteln.

Eine der COPS-Supersites besteht aus der US-amerikanischen Atmospheric Radiation Measurement (ARM) Mobile Facility (AMF, www.arm.gov/sites/amf/blackforest/), welche vom 1. April bis 31. Dezem-

ber in Heselbach (Nordschwarzwald) kontinuierlich Daten insbesondere zum Strahlungstransport erhebt. Neben den Messungen mit einer Reihe von Boden- und Fernerkundungsgeräten finden hier alle 6 Stunden Radiosondenaufstiege statt, deren Daten beispielsweise zur Datenassimilation in Echtzeit über das Global Telecommunications System (GTS) zur Verfügung gestellt werden. Der AMF-Datensatz allein wird ganz neue Daten zur Auslösung von Konvektion und den mikrophysikalischen Eigenschaften von Wolken und Niederschlag in Mittelgebirgen liefern. Im Rahmen der GOP und COPS wurde das AMF-Instrumentarium dann durch weitere Forschungsinstrumente verstärkt.

COPS wurde mit einer European THORPEX Regional Campaign (ETReC 2007) kombiniert. Gezielte Beobachtungen („targeted observations“) in sensiblen Regionen mit dem Wasserdampf- und dem Windlidar auf der DLR-Falcon zusammen mit zusätzlichen Radiosondenaufstiegen und Dropsonden erlauben es, die großskaligen Bedingungen für konvektive Niederschläge in der COPS-Region intensiviert zu untersuchen. Der Nutzen der zusätzlichen gezielten Beobachtungen wird dann mit Hilfe der COPS-Daten validiert werden können.

Die Anwendung der neuesten Generation operationeller mesoskaliger Wettervorhersagemodelle im Rahmen von COPS wird durch die enge Zusammenarbeit mit dem Vorhersagedemonstrationsprojekt („Forecast Demonstration Projekt“) des Weltwetterforschungsprogramms D-PHASE (Demonstration of Probabilistic Hydrological and Atmospheric Simulation of flood Events in the Alpine region, www.map.meteoswiss.ch/map-doc/dphase/dphase_info.htm) erreicht.

Wissenschaftliche Internetseite von COPS:
www.uni-hohenheim.de/cops (auf Englisch)

COPS-Operationscenter:
www.cops2007.de/ (auf Englisch)

Öffentlichkeitsorientierte Internetseite:
<http://cops.uni-hohenheim.de/> (auf Deutsch)

COPS Projektbüro

Dr. Andreas Behrendt

Institut für Physik und Meteorologie
Hohenheim University, Garbenstraße 30
70599 Stuttgart

E-Mail: cops@uni-hohenheim.de

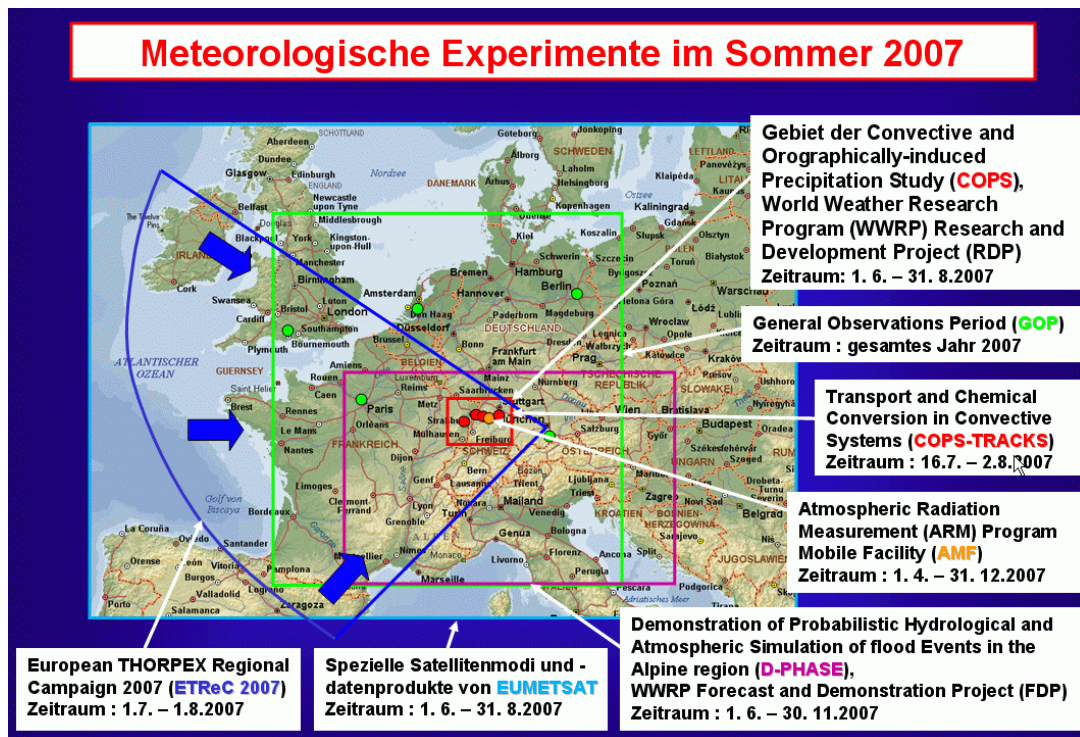


Abb. 4: Zusammenspiel internationaler Projekte mit COPS.